

XY STAGE

Publication number: JP2000065970 (A)

Publication date: 2000-03-03

Inventor(s): ONO YUTAKA

Applicant(s): YOKOGAWA ELECTRIC CORP

Classification:


- International: **G12B5/00; B23Q1/30; B23Q1/38; B23Q1/62; G05D3/12; H01L21/66; G12B5/00; B23Q1/25; B23Q1/26; G05D3/12; H01L21/66;** (IPC1-7): G12B5/00; B23Q1/30; G05D3/12; H01L21/66

- European:

Application number: JP19980238149 19980825

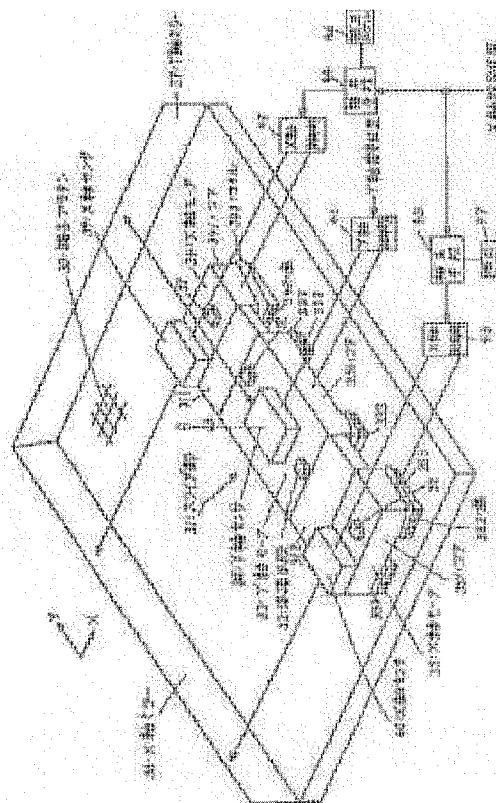
Priority number(s): JP19980238149 19980825

Also published as:

 JP3834433 (B2)

Abstract of JP 2000065970 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately perform positioning, and to miniaturize a device by carrying out three-axis control in the directions of X, Y, and θ axes, and at the same time by supporting a slider part by compressed air. **SOLUTION:** When a power supply is turned on, a known current is allowed to flow to each coil of an X-axis motor 34, and a slider part 31 is positioned at a reference position. When the slider part 31 is moved in X- and Y-axis directions from the reference position, a two-dimensional position is detected by X-axis sensors 39 and 40 and a Y-axis sensor 38 according to an incremental system. When the bends of mirrors 36 and 37 of X and Y axes do not affect position detection, no correction means 44 and 45 are provided.; At this time, the same command position is given to X-axis control parts 42 and 43, thus positioning the slider part 31 at an equal X-axis position by X-axis motors 34 and 35 according to the feedback control of the X-axis control parts 42 and 43, and hence eliminating the yawing of the slider part 31 for achieving accurate positioning.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-65970
(P2000-65970A)

(43)公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 1 2 B	5/00	G 1 2 B 5/00	T 2 F 0 7 8
B 2 3 Q	1/30	B 2 3 Q 1/30	3 C 0 4 8
G 0 5 D	3/12	G 0 5 D 3/12	H 4 M 1 0 6
H 0 1 L	21/66	H 0 1 L 21/66	B 5 H 3 0 3

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平10-238149

(22)出願日 平成10年8月25日(1998.8.25)

(71)出願人 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(72)発明者 小野 裕

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河
電機株式会社内

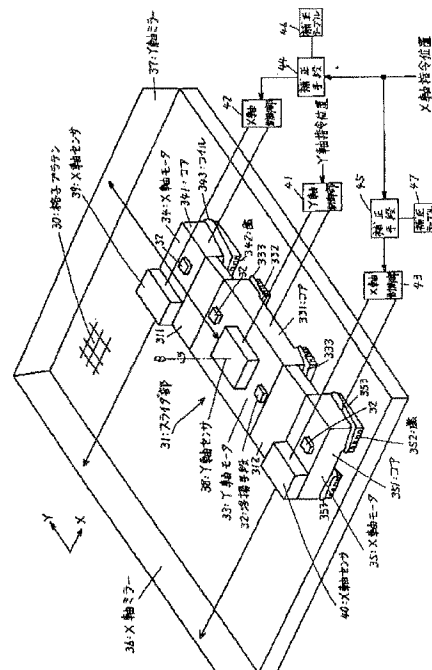
Fターム(参考) 2F078 CA01 CA08 CB05 CB12 CB13
CB16 CC07 CC15 CC20
3C048 BB20 BC02 CC07 DD06 DD26
EE08
4M106 AA01 BA14 DJ03
5H303 AA06 BB02 BB07 BB12 CC01
DD01 DD08 DD10 FF04 GG13
HH04 HH07 JJ09 KK18 MM08

(54)【発明の名称】 XYステージ

(57)【要約】

【課題】 ヨーイングによる位置誤差を除去でき、機械的支持部を省いて装置を小型化できるXYステージを実現する。

【解決手段】 位置決め対象物をスライダ部に載せ、スライダ部の中心に対して対称な位置にX軸方向の位置フィードバック制御部をそれぞれ設け、これらの位置フィードバック制御部に同一の指令位置を与えてスライダ部を位置制御する。また、圧縮空気を用いてスライダ部を支持する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象物の 2 次元位置を位置決めする X Y ステージにおいて、
X 軸方向及び Y 軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成された格子ブラテンと、
前記対象物が載せられたスライダ部と、
このスライダ部を前記格子ブラテン上に浮揚させる浮揚手段と、
前記スライダ部に搭載され、Y 軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成され、この歯と格子ブラテンの歯との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部を Y 軸方向に移動させる Y 軸モータと、
スライダ部の中心に対して対称な位置にそれぞれ搭載され、X 軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成され、この歯と格子ブラテンの歯との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部を X 軸方向に移動させる第 1 及び第 2 の X 軸モータと、
前記 Y 軸モータに搭載され、スライダ部の Y 軸方向の位置を検出する Y 軸センサと、
前記第 1 及び第 2 の X 軸モータにそれぞれ搭載され、スライダ部の X 軸方向の位置をそれぞれ検出する第 1 及び第 2 の X 軸センサと、
前記 Y 軸センサの検出位置をもとにスライダ部の Y 軸方向の位置をフィードバック制御する Y 軸制御部と、
前記第 1 及び第 2 の X 軸センサの検出位置をもとにスライダ部の X 軸方向の位置をそれぞれフィードバック制御する第 1 及び第 2 の X 軸制御部と、を具備したことを特徴とする X Y ステージ。

【請求項 2】 格子ブラテンの側面に装着され、X 軸方向に鏡面が形成された Y 軸ミラーと、
格子ブラテンの側面に装着され、Y 軸方向に鏡面が形成された X 軸ミラーとを具備し、
前記 Y 軸センサは、前記 Y 軸ミラーに光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部の Y 軸方向の位置を検出する Y 軸干渉計であり、
前記第 1 及び第 2 の X 軸センサは、前記 X 軸ミラーに光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部の X 軸方向の位置を検出する第 1 及び第 2 の X 軸干渉計であることを特徴とする請求項 1 記載の X Y ステージ。

【請求項 3】 前記第 1 及び第 2 の X 軸制御部についてそれぞれ設けられ、スライダ部の位置とスライダ部のヨーイングを除去するための補正量を対応させた補正テーブルを保持し、与えられた指令位置をもとに前記補正テーブルから補正量を読み出し、読み出した補正量で前記第 1 及び第 2 の X 軸制御部に与える指令位置を補正する第 1 及び第 2 の補正手段を具備したことを特徴とする請求項 2 記載の X Y ステージ。

【請求項 4】 前記 Y 軸制御部、第 1 及び第 2 の X 軸制御部は、モータの位置フィードバック制御、速度フィード

ドバック制御及び転流制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の X Y ステージ。

【請求項 5】 前記第 1 及び第 2 の X 軸制御部に与える指令位置に対して、一方の指令位置に所定値を加算し、他方の指令位置に所定値を減算することによってスライダ部の回転位置を制御する回転制御部を有することを特徴とする請求項 1 記載の X Y ステージ。

【請求項 6】 第 1 及び第 2 の X 軸センサはそれぞれの検出位置の差をもとにスライダ部の回転角度を検出することを特徴とする請求項 1 記載の X Y ステージ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、対象物の 2 次元位置を位置決めする X Y ステージに関するものである。

【0002】

【従来の技術】X Y ステージは、例えばブローバ等の半導体製造装置に用いられる。図 6 は X Y ステージの従来例の構成図である。図 6 で、スライダ部 1 には位置決め対象物が載せられている。ガイドバー 2、3 はプレート 4 上に引かれていて、X 軸方向に延びている。支持部材 5 はスライダ部 1 をガイドバー 2、3 に移動自在に支持する。モータ 6 の出力軸にはねじ 7 が連結されている。部材 8 にねじ 7 が螺合されている。部材 8 はスライダ部 1 に固定されている。モータ 6 が回転駆動することによって、スライダ部 1 は X 軸方向に移動する。

【0003】ガイドバー 9、10 はプレート 11 に引かれていて、Y 軸方向に延びている。支持部材 12 はプレート 4 をガイドバー 9、10 に移動自在に支持する。モータ 13 の出力軸にはねじ 14 が連結されている。部材 15 にねじ 14 が螺合されている。部材 15 はプレート 4 に固定されている。モータ 13 が回転駆動することによって、プレート 4 は Y 軸方向に移動する。

【0004】このようにモータ 6、13 の回転駆動によって、スライダ部 1 は X、Y 軸方向に位置決めされる。スライダ部 1 には位置決め対象物として例えばウエハが載せられる。スライダ部 31 が 2 次元方向に移動すると、位置固定されたプローブがウエハの各チップに順番に当てられ、各チップの検査が行われる。

【0005】しかし、図 6 の従来例では次の問題点があった。

【0006】（問題点 1）図 7 に示すように、加工誤差によりガイドバー 9、10 に曲がりがあると、プレート 4 はガイドバー 9、10 に沿って移動したときに b 方向に回転ずれが生じる。これをヨーイングとする。ヨーイングによる角度ずれを $\Delta\theta$ 、スライダ部 1 の支点からスライダ部 1 がある位置までのアーム長を L とすると、スライダ部 1 の位置ずれ $\Delta Y = L \cdot \Delta\theta$ になる。このように、ヨーイングによる角度ずれがアーム長で増幅されてスライダ部 1 に位置誤差が生じる。

【0007】例えば、 $L = 500 \text{ mm}$ 、 $\Delta\theta = 5 \text{ 秒}$ （こ

こでいう「秒」は角度の単位である)とすると、位置ずれ ΔY は次のとおりになる。

$$\Delta Y = 500 \times (5 / 360 \times 60 \times 60) \times 2\pi = 12 \mu\text{m}$$

【0008】(問題点2)ガイドバー、支持部材等からなる機械的支持部があるため、構成が大型化する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】本発明は上述した問題点を解決するためになされたものであり、スライダ部の中心に対して対称な位置にX軸方向の位置フィードバック制御部をそれぞれ設け、これらの位置フィードバック制御系に同一の指令位置を与えてスライダ部を位置制御するとともに、圧縮空気をを用いてスライダ部を支持することによって、ヨーイングによる位置誤差を除去でき、機械的支持部を省いて装置を小型化できるXYステージを実現することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は次のとおりの構成になったXYステージである。

【0012】(1)対象物の2次元位置を位置決めするXYステージにおいて、X軸方向及びY軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成された格子ブラテンと、前記対象物が載せられたスライダ部と、このスライダ部を前記格子ブラテン上に浮揚させる浮揚手段と、前記スライダ部に搭載され、Y軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成され、この歯と格子ブラテンの歯との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をY軸方向に移動させるY軸モータと、スライダ部の中心に対して対称な位置にそれぞれ搭載され、X軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成され、この歯と格子ブラテンの歯との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をX軸方向に移動させる第1及び第2のX軸モータと、前記Y軸モータに搭載され、スライダ部のY軸方向の位置を検出するY軸センサと、前記第1及び第2のX軸モータにそれぞれ搭載され、スライダ部のX軸方向の位置をそれぞれ検出する第1及び第2のX軸センサと、前記Y軸センサの検出位置をもとにスライダ部のY軸方向の位置をフィードバック制御するY軸制御部と、前記第1及び第2のX軸センサの検出位置をもとにスライダ部のX軸方向の位置をそれぞれフィードバック制御する第1及び第2のX軸制御部と、を具備したことを特徴とするXYステージ。

【0013】(2)格子ブラテンの側面に装着され、X軸方向に鏡面が形成されたY軸ミラーと、格子ブラテンの側面に装着され、Y軸方向に鏡面が形成されたX軸ミラーとを具備し、前記Y軸センサは、前記Y軸ミラーに光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部のY軸方向の位置を検出するY軸干渉計であり、前記第1及び第2のX軸センサは、前記X軸ミラーに光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用して

スライダ部のX軸方向の位置を検出する第1及び第2のX軸干渉計であることを特徴とする(1)記載のXYステージ。

【0014】(3)前記第1及び第2のX軸制御部についてそれぞれ設けられ、スライダ部の位置とスライダ部のヨーイングを除去するための補正量を対応させた補正テーブルを保持し、与えられた指令位置をもとに前記補正テーブルから補正量を読み出し、読み出した補正量で前記第1及び第2のX軸制御部に与える指令位置を補正する第1及び第2の補正手段を具備したことを特徴とする(2)記載のXYステージ。

【0015】(4)前記Y軸制御部、第1及び第2のX軸制御部は、モータの位置フィードバック制御、速度フィードバック制御及び転流制御を行うことを特徴とする(1)記載のXYステージ。

【0016】(5)前記第1及び第2のX軸制御部に与える指令位置に対して、一方の指令位置に所定値を加算し、他方の指令位置に所定値を減算することによってスライダ部の回転位置を制御する回転制御部を有することを特徴とする(1)記載のXYステージ。

【0017】(6)第1及び第2のX軸センサはそれぞれの検出位置の差をもとにスライダ部の回転角度を検出することを特徴とする(1)記載のXYステージ。

【0018】

【発明の実施の形態】以下図面を用いて本発明を詳しく説明する。図1は本発明の一実施例を示す構成図である。図1で前出の図と同一のものは同一符号を付ける。

【0019】図1で、格子ブラテン30はX軸方向及びY軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成されている。図では簡略化のため一部の歯だけを示している。このような格子ブラテン30は、平坦面に格子状に溝を切ることによって形成される。格子ブラテン30は磁性体で構成されている。スライダ部31には位置決めの対象物が載せられる。

【0020】浮揚手段32は、スライダ部31を格子ブラテン30上に浮揚させる。スライダ部31の格子ブラテン30と対向する面にはノズルが設けられていて、このノズルから浮揚手段32が圧縮空気を噴出させることによって、浮上力を得ている。スライダ部31と格子ブラテン30の間をノズルから噴出した空気が流れることによって、エアベアリングを構成している。スライダ部31と格子ブラテン30とのギャップは数十 μm 程度である。

【0021】Y軸モータ33は、スライダ部31に搭載され、コア331の格子ブラテン30と対向する面にはY軸方向に一定ピッチで歯332が形成されている。Y軸モータ33は、歯332と格子ブラテン30の歯301との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をY軸方向に移動させる。コイル333はコア331に巻かれて

【0022】X軸モータ34、35は、スライダ部31の中心に対して対称な位置にそれぞれ搭載されている。X軸モータ34、35は、コア341、351の格子ブラテン30と対向する面にはX軸方向に一定ピッチで歯342、352が形成されている。X軸モータ34、35は、歯342、352と歯301との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をX軸方向に移動させる。コイル343、353はコア341、351に巻かれている。

【0023】連結部材311、312はY軸モータ33とX軸モータ34、35を連結する。

【0024】X軸ミラー36は、格子ブラテン30の側面に装着され、Y軸方向に鏡面が形成されている。Y軸ミラー37は、格子ブラテン30の側面に装着され、X軸方向に鏡面が形成されている。

【0025】Y軸センサ38は、Y軸モータ33に搭載されていて、スライダ部31のY軸方向の位置を検出する。Y軸センサ38は、Y軸ミラー37に光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部31のY軸方向の位置を検出する干渉計である。

【0026】X軸センサ39及び40は、X軸モータ34及び35にそれぞれ搭載されていて、スライダ部31のX軸方向の位置をそれぞれ検出する。X軸センサ39及び40は、X軸ミラー36に光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部31のY軸方向の位置を検出する干渉計である。

【0027】Y軸制御部41は、Y軸センサ38の検出位置をもとにスライダ部31の位置をフィードバック制御する。X軸制御部42及び43は、X軸センサ39及び40の検出位置をもとにスライダ部31の位置をそれぞれフィードバック制御する。

【0028】補正手段44及び45は、X軸制御部42及び43についてそれぞれ設けられ、スライダ部の位置とスライダ部のヨーイングを除去するための補正量に対応させた補正テーブル46及び47を保持している。補正手段44及び45は、与えられた指令位置をもとに補正テーブル46及び47から補正量を読み出し、読み出した補正量でX軸制御部42及び43に与える指令位置を補正する。補正テーブル46及び47のデータはキャリブレーションによって得たデータである。補正手段44及び45は、X軸ミラー36とY軸ミラー37の機械的誤差による曲がりを補正するために設けられている。X軸ミラー36とY軸ミラー37の曲がりが位置検出に影響しない程度の曲がりであれば、補正手段44と45は設けなくてもよい。

【0029】図2はスライダ部31の格子ブラテン30と対向する面の構成図である。図3は図2のA-A'部分の断面図である。これらの図ではX軸モータ34の例を示している。他のモータも同様な構成になっている。溝344は対向面に形成されている。ノズル345は溝

344の中に形成されていて、浮揚手段32から供給された圧縮空気を噴出する。埋込部材346は歯342の凹部に埋め込まれている。埋込部材346は非磁性体の材料で構成されている。対向面にコーティングを施すことによって、歯342の凹部に埋込部材346を形成することができる。

【0030】ノズル345から噴出した圧縮空気は溝344に沿って流れ、圧縮空気の圧力によりコア341を浮揚させる。埋込部材346は歯342の凹部を伝わって圧縮空気が外に漏れることを防いでいる。

【0031】図4は図1の制御部の構成例を示した図である。図4ではX軸制御部42の例を示しているが、X軸制御部43とY軸制御部41も同様な構成になっている。図4で、フォトダイオードアレイ(PDAとする)420は、X軸センサ39にできた干渉縞の明暗を検出する。信号処理回路421はPDA420の検出信号に演算処理を行う。コンパレータ422、423は信号処理回路421の演算信号からA相パルスとB相パルスを生成する。

【0032】方向判別回路424は、A相パルスとB相パルスの位相関係からスライダ部31の移動方向を判別し、判別結果に応じてアップパルスまたはダウンパルスを発生する。アップダウンカウンタ425はアップパルスまたはダウンパルスに応じてアップカウントまたはダウンカウントを行う。アップダウンカウンタ425のカウントがスライダ部31の検出位置になる。初期状態ではX軸モータ34の各相コイルに既知電流を流したときにモータのロータとステータの歯の位相がどれだけずれるかが予め分っている。この時のアップダウンカウンタ425の値を基準値、例えば0に設定する。スライダ部31の移動に伴ってアップダウンカウンタ425は基準値からアップカウントまたはダウンカウントを行って位置を検出する。このようにしてインクリメンタル方式に位置検出をする。

【0033】減算器426は、位置指令値 X_0 とアップダウンカウンタ425のカウント X_1 (検出位置)の偏差を求める。位置制御手段427は減算器426でとった偏差をもとにX軸モータ34を位置フィードバック制御するための制御信号を出力する。速度演算手段428はアップダウンカウンタ425のカウント X_1 の変化速度からスライダ部31の移動速度を検出する。速度演算手段428は、例えば F/V 変換器である。

【0034】減算器429は位置制御手段427の制御信号と速度演算手段428の偏差をとる。速度制御手段430は減算器429でとった偏差をもとにX軸モータ34を速度フィードバック制御するための制御信号を出力する。

【0035】sinテーブル431にはアップダウンカウンタ425のカウントとsin値が対応して格納されている。X軸モータ34が3相モータである場合は、ア

アップダウンカウンタ425のカウン트가与えられると、sinテーブル431からは $\sin(\theta+120^\circ)$ と $\sin(\theta-120^\circ)$ の値が読み出される。 θ はアップダウンカウンタ425のカウン트에応じて変わる角度である。

【0036】マルチプライング・デジタル・アナログ変換器(MDAとする)432、4334は、速度制御部430によって得られた信号をアナログ入力信号、sinテーブル431から読み出した $\sin(\theta+120^\circ)$ と $\sin(\theta-120^\circ)$ の値をゲイン設定信号として $I\sin(\theta+120^\circ)$ と $I\sin(\theta-120^\circ)$ なる電流指令値(Iは電流振幅)を出力する。ここで、2つの指令値の位相が 120° ずれているのは、モータが3相モータであるためである。相数が異なる場合は位相ずれは他の値になる。

【0037】電流センサ434、435はX軸モータ34のコイルL1、L2に流れるコイルの電流を検出する。減算器436及び437は、 $I\sin(\theta+120^\circ)$ 及び $I\sin(\theta-120^\circ)$ と電流センサ434及び435の偏差をそれぞれとる。パルス幅変調回路(PWM回路とする)438及び439は電流センサ434及び435でとった偏差をもとにモータコイルの励磁電流をフィードバック制御するためのパルス幅変調信号(PWM信号とする)を生成して出力する。減算器440はPWM回路438と439のPWM信号を減算する。PWM回路441は減算器440の減算信号からPWM信号を生成する。駆動回路442は、ブリッジ形のインバータ回路であり、PWM回路438、439、441の3相のPWM信号をもとにX軸モータ34を駆動する。

【0038】図4の回路で、電源投入時に、X軸モータ34の各コイルに既知の電流を流し、モータのロータの歯とステータの歯を既知の位相関係に設定する。このようにして設定した位相関係を転流角の原点とする。このときのアップダウンカウンタ425のカウン트를基準値、例えば0にする。以後、スライダ部31の移動に伴ってX軸センサ39の検出値が変わり、アップダウンカウンタ425のカウン트가変化するのに応じて電流指令値 $I\sin(\theta+120^\circ)$ 及び $I\sin(\theta-120^\circ)$ の θ の値を変え、転流制御を行う。

*40

$$V_A = K[1 + m \sin\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

$$V_B = K[1 + m \cos\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

$$V_C = K[1 - m \sin\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

$$V_D = K[1 - m \cos\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

x: 検出対象の距離、K、m: 係数、 K_n : ノイズ成分

【0045】減算器399と400の減算信号は次のとおりになる。

$$V_A - V_C = 2mK \sin\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}$$

$$V_B - V_D = 2mK \cos\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}$$

減算の結果、外乱光により発生した直流のノイズ成分K

*【0039】図5は図1のセンサの構成例を示した図である。図1のY軸センサ38、X軸センサ39、40は同様な構成になっている。X軸センサ39を例に説明する。図5で、レーザ光源391はレーザ光を出射する。レーザ光源391の出射光の光路には、ミラー392、393、ハーフミラー394、偏向ビームスプリッタ(PBSとする)395、 $\lambda/4$ 板396、コーナーキューブ397が配置されている。

【0040】レーザ光源391から出た光には、ハーフミラー394、ミラー393、ミラー392、ハーフミラー394の経路で進み、図のa方向に進む光がある。この光を①の光とする。また、レーザ光源391から出た光には、ハーフミラー394、PBS395、 $\lambda/4$ 板396、X軸ミラー36、 $\lambda/4$ 板396、PBS395、コーナーキューブ397、 $\lambda/4$ 板396、X軸ミラー36、 $\lambda/4$ 板396、PBS395、ハーフミラー394の経路で進み、図のa方向に進む光がある。この光を②の光とする。

【0041】前述した①の光と②の光が干渉して干渉縞Sを作る。PDA398は干渉縞Sを検出する。PDA398は4個のフォトダイオード398A~398Dからなる。4個のフォトダイオード398A~398Dは干渉縞Sの1ピッチ内に配置されている。各フォトダイオード398A~398Dは $P/4$ (Pは干渉縞のピッチ)ずつずらして配置されている。

【0042】減算器399は、(フォトダイオード398Aの検出信号)-(フォトダイオード398Cの検出信号)なる演算を行う。減算器400は、(フォトダイオード398Bの検出信号)-(フォトダイオード398Dの検出信号)なる演算を行う。減算器399と400で図1の信号処理回路421を構成している。

【0043】スライダ部31が移動すると干渉縞が図3のd-d'方向に動く。干渉縞が動くとき各フォトダイオード398A~398Dに当る干渉縞の明暗部分が動き、フォトダイオード398A~398Dの検出値が変化する。これをもとにスライダ部31の位置を検出する。

【0044】干渉縞がd方向に移動したときは、フォトダイオードの出力 $V_A \sim V_D$ は次のとおりになる。

がキャンセルされる。信号 $V_A - V_C$ と $V_B - V_D$ が前述したA相パルスとB相パルスに変換される。干渉縞がd'方向に動いたときは、信号 $V_A - V_C$ と $V_B - V_D$ の位相関係は逆転する。

【0046】図1のXYステージの動作を説明する。電源投入時に、X軸モータ34の各コイルに既知の電流を

流し、スライダ部31を基準位置に位置決めする。基準位置からX軸方向及びY軸方向にスライダ部31が移動したときに、X軸センサ39、40及びY軸センサ38により2次元位置をインクリメンタル方式に検出する。

【0047】X軸ミラー36とY軸ミラー37の曲がり位置検出に影響しないときは、補正手段44と45は設けられていない。このときは、X軸制御部42と43には同一の指令位置が与えられる。このため、X軸制御部42と43のフィードバック制御によりX軸モータ34と35はスライダ部31を等しいX軸位置に位置決めする。これによって、スライダ部31のヨーイングが除去される。

【0048】X軸ミラー36とY軸ミラー37の曲がり位置検出に影響する場合について説明する。このときは、補正手段44と45は設けられている。位置決め動作を行う前にXYステージのキャリブレーションを行っておく。キャリブレーションにおいてスライダ部31を座標 (X_1, Y_1) に位置決めしたときに、XYステージの機械的誤差等が原因でスライダ部31にヨーイングが発生し、X軸センサ39と40の検出値がそれぞれ $X_1 + \Delta X_1$ と $X_2 - \Delta X_2$ であるとする。このときは、補正テーブル46には (X_1, Y_1) と $-\Delta X_1$ を対応させて格納し、補正テーブル47には (X_1, Y_1) と $+\Delta X_2$ を対応させて格納しておく。他の位置にもスライダ部31を位置決めして補正量を求める。このようにして補正テーブルを作成する。

【0049】実際の位置決め動作において、スライダ部31を座標 (X_1, Y_1) に位置決めしたときに、補正手段44はX軸制御部42に与える指令位置を $-\Delta X$ だけ補正し、補正手段45はX軸制御部43に与える指令位置を $+\Delta X$ だけ補正する。これによって、スライダ部31のヨーイングが除去される。このようにしてミラー面の曲がりによるスライダ部31の θ 軸方向の回転ずれが補正される。

【0050】なお、X軸制御部に与える指令位置に対して、一方の指令位置に所定値を加算し、他方の指令位置に所定値を減算することによってスライダ部の回転位置を制御する回転制御部を設けた構成にしてもよい。

【0051】また、2つのX軸センサはそれぞれの検出位置の差をもとにスライダ部の回転角度を検出してもよい。

【0052】また、ミラーをスライダ部に搭載し、X軸センサとY軸センサを位置固定した構成にしてもよい。

【0053】

【発明の効果】本発明によれば次の効果が得られる。

【0054】請求項1の発明によれば、X軸方向、Y軸方向及び θ 軸方向の3軸制御を行っているため、スライダ部のヨーイングを補正し、高精度な位置決めを実現できる。また、圧縮空気を用いてスライダ部を支持しているため、機械的支持部が不要になり、装置を小型化できる。

【0055】請求項2の発明によれば、位置センサとして干渉計を用いているため、機構部分を少なくし、装置を小型化できる。

【0056】請求項3の発明によれば、X軸ミラーとY軸ミラーの曲がりによる影響を除去して高精度な位置決めを実現できる。

【0057】請求項4の発明によれば、位置フィードバック制御、速度フィードバック制御及び転流制御を併用しているため、高度な制御を実現できる。

【0058】請求項5及び6の発明によれば、X軸方向、Y軸方向の位置決めだけでなく θ 軸方向（回転方向）にも位置決めをすることができる。

【0059】以上説明したように本発明によれば、ヨーイングによる位置誤差を除去でき、機械的支持部を省いて装置を小型化できるXYステージを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す構成図である。

【図2】本発明の要部構成図である。

【図3】本発明の要部構成図である。

【図4】本発明の要部構成図である。

【図5】本発明の要部構成図である。

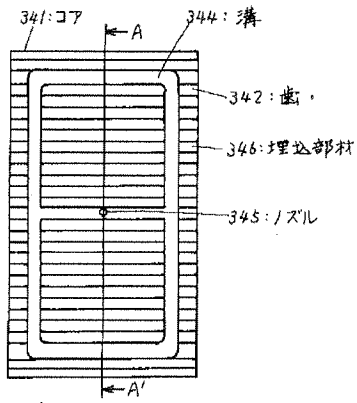
【図6】XYステージの従来例の構成図である。

【図7】XYステージの従来例の構成図である。

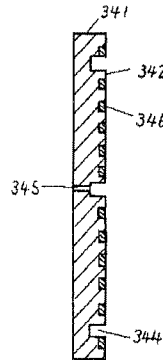
【符号の説明】

- 30 格子ブラテン
- 31 スライダ部
- 32 浮揚手段
- 33 Y軸モータ
- 34, 35 X軸モータ
- 36 X軸ミラー
- 37 Y軸ミラー
- 38 Y軸センサ
- 39, 40 X軸センサ
- 41 Y軸制御部
- 42, 43 X軸制御部
- 44, 45 補正手段

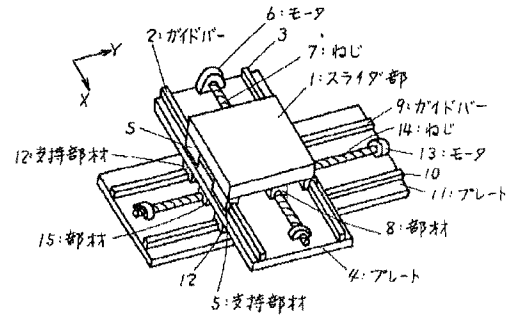
【図2】



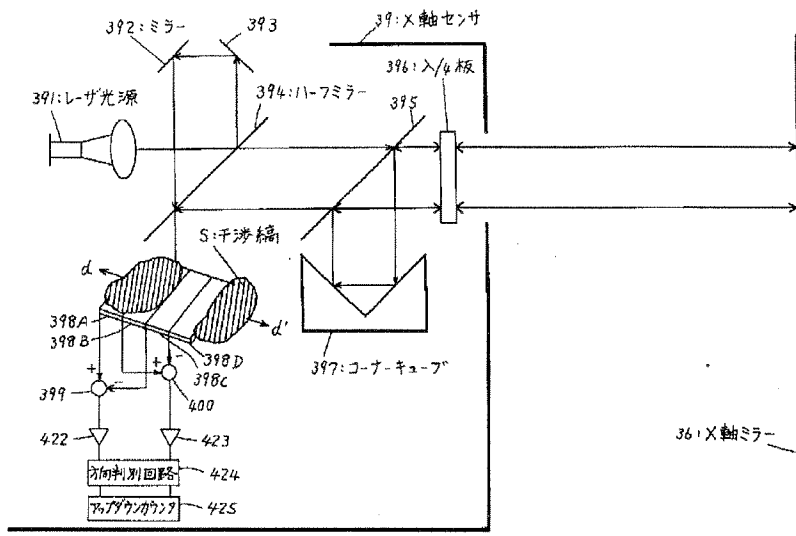
【図3】



【図6】



【図5】



【図7】

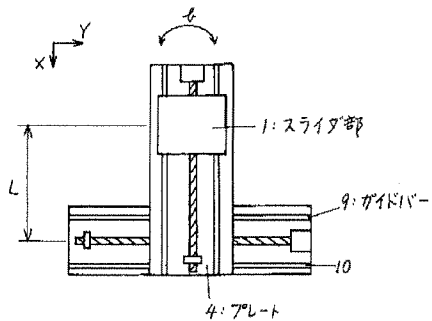


Figure 1 is a block diagram of a motor control system. The diagram illustrates the following components and their interconnections:

- Position Command Value (426):** The input signal to the system.
- Position Feedback (427):** A feedback signal from the motor's position.
- Summing Junction (428):** Combines the position command value (426) and the position feedback (427) to produce an error signal.
- Speed Control Section (430):** Processes the error signal to generate a speed command.
- Position Control Section (431):** Processes the error signal to generate a position command.
- Summing Junction (432):** Combines the output of the position control section (431) with a reference sine wave (433) to produce a drive signal.
- PWM Generation Section (435):** Converts the drive signal into a Pulse Width Modulated (PWM) signal.
- Motor Driver (436):** Drives the motor (438) based on the PWM signal.
- Motor (438):** The mechanical load being controlled.
- Current Sensor (439):** Senses the current flowing through the motor and provides feedback to the summing junction (432).

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第1区分
 【発行日】平成13年7月19日(2001. 7. 19)

【公開番号】特開2000-65970(P2000-65970A)
 【公開日】平成12年3月3日(2000. 3. 3)
 【年通号数】公開特許公報12-660
 【出願番号】特願平10-238149
 【国際特許分類第7版】

G12B 5/00
 B23Q 1/30
 G05D 3/12
 H01L 21/66

【F I】

G12B 5/00 T
 B23Q 1/30
 G05D 3/12 H
 H01L 21/66 B

【手続補正書】

【提出日】平成12年7月12日(2000. 7. 12)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】 明細書

【発明の名称】 XYステージ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象物の2次元位置を位置決めするXYステージにおいて、
X軸方向及びY軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成された格子ブラテンと、
前記対象物が載せられたスライダ部と、
このスライダ部を前記格子ブラテン上に浮揚させる浮揚手段と、
前記スライダ部をY軸方向に移動させるY軸モータと、
スライダ部の中心に対して対称な位置にそれぞれ搭載され、スライダ部をX軸方向に移動させる第1及び第2のX軸モータと、
スライダ部のY軸方向の位置をフィードバック制御するY軸制御部と、
スライダ部のX軸方向の位置をフィードバック制御する第1及び第2のX軸制御部と、を具備し、前記第1及び第2のX軸制御部に同一の指令位置を与えることを特徴とするXYステージ。
 【請求項2】 対象物の2次元位置を位置決めするXYステージにおいて、
X軸方向及びY軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成さ

れた格子ブラテンと、

前記対象物が載せられたスライダ部と、

このスライダ部を前記格子ブラテン上に浮揚させる浮揚手段と、

前記スライダ部に搭載され、Y軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成され、この歯と格子ブラテンの歯との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をY軸方向に移動させるY軸モータと、

スライダ部の中心に対して対称な位置にそれぞれ搭載され、X軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成され、この歯と格子ブラテンの歯との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をX軸方向に移動させる第1及び第2のX軸モータと、

前記Y軸モータに搭載され、スライダ部のY軸方向の位置を検出するY軸センサと、

前記第1及び第2のX軸モータにそれぞれ搭載され、スライダ部のX軸方向の位置をそれぞれ検出する第1及び第2のX軸センサと、

前記Y軸センサの検出位置をもとにスライダ部のY軸方向の位置をフィードバック制御するY軸制御部と、

前記第1及び第2のX軸センサの検出位置をもとにスライダ部のX軸方向の位置をそれぞれフィードバック制御する第1及び第2のX軸制御部と、を具備したことを特徴とするXYステージ。

【請求項3】 格子ブラテンの側面に装着され、X軸方向に鏡面が形成されたY軸ミラーと、

格子ブラテンの側面に装着され、Y軸方向に鏡面が形成されたX軸ミラーとを具備し、

前記Y軸センサは、前記Y軸ミラーに光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部のY軸方

向の位置を検出するY軸干渉計であり、
前記第1及び第2のX軸センサは、前記X軸ミラーに光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部のX軸方向の位置を検出する第1及び第2のX軸干渉計であることを特徴とする請求項2記載のXYステージ。

【請求項4】 前記第1及び第2のX軸制御部についてそれぞれ設けられ、スライダ部の位置とスライダ部のヨーイングを除去するための補正量を対応させた補正テーブルを保持し、与えられた指令位置をもとに前記補正テーブルから補正量を読み出し、読み出した補正量で前記第1及び第2のX軸制御部に与える指令位置を補正する第1及び第2の補正手段を具備したことを特徴とする請求項3記載のXYステージ。

【請求項5】 前記Y軸制御部、第1及び第2のX軸制御部は、モータの位置フィードバック制御、速度フィードバック制御及び転流制御を行うことを特徴とする請求項2記載のXYステージ。

【請求項6】 前記第1及び第2のX軸制御部に与える指令位置に対して、一方の指令位置に所定値を加算し、他方の指令位置に所定値を減算することによってスライダ部の回転位置を制御する回転制御部を有することを特徴とする請求項2記載のXYステージ。

【請求項7】 第1及び第2のX軸センサはそれぞれの検出位置の差をもとにスライダ部の回転角度を検出することを特徴とする請求項2記載のXYステージ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、対象物の2次元位置を位置決めするXYステージに関するものである。

【0002】

【従来の技術】XYステージは、例えばプローバ等の半導体製造装置に用いられる。図6はXYステージの従来例の構成図である。図6で、スライダ部1には位置決め対象物が載せられている。ガイドバー2、3はプレート4上に引かれていて、X軸方向に延びている。支持部材5はスライダ部1をガイドバー2、3に移動自在に支持する。モータ6の出力軸にはねじ7が連結されている。部材8にねじ7が螺合されている。部材8はスライダ部1に固定されている。モータ6が回転駆動することによって、スライダ部1はX軸方向に移動する。

【0003】ガイドバー9、10はプレート11に引かれていて、Y軸方向に延びている。支持部材12はプレート4をガイドバー9、10に移動自在に支持する。モータ13の出力軸にはねじ14が連結されている。部材15にねじ14が螺合されている。部材15はプレート4に固定されている。モータ13が回転駆動することによって、プレート4はY軸方向に移動する。

【0004】このようにモータ6、13の回転駆動によって、スライダ部1はX、Y軸方向に位置決めされる。

スライダ部1には位置決め対象物として例えばウエハが載せられる。スライダ部31が2次元方向に移動すると、位置固定されたプローブがウエハの各チップに順番に当てられ、各チップの検査が行われる。

【0005】しかし、図6の従来例では次の問題点があった。

【0006】（問題点1）図7に示すように、加工誤差によりガイドバー9、10に曲がりがあると、プレート4はガイドバー9、10に沿って移動したときにb方向に回転ずれが生じる。これをヨーイングとする。ヨーイングによる角度ずれを $\Delta\theta$ 、スライダ部1の支点からスライダ部1がある位置までのアーム長をLとすると、スライダ部1の位置ずれ $\Delta Y = L \cdot \Delta\theta$ になる。このように、ヨーイングによる角度ずれがアーム長で増幅されてスライダ部1に位置誤差が生じる。

【0007】例えば、 $L = 500 \text{ mm}$ 、 $\Delta\theta = 5 \text{ 秒}$ （ここでいう「秒」は角度の単位である）とすると、位置ずれ ΔY は次のとおりになる。

$$\Delta Y = 500 \times (5 / 360 \times 60 \times 60) \times 2\pi = 12 \mu\text{m}$$

【0008】（問題点2）ガイドバー、支持部材等からなる機械的支持部があるため、構成が大型化する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】本発明は上述した問題点を解決するためになされたものであり、スライダ部の中心に対して対称な位置にX軸方向の位置フィードバック制御部をそれぞれ設け、これらの位置フィードバック制御系に同一の指令位置を与えてスライダ部を位置制御するとともに、圧縮空気を用いてスライダ部を支持することによって、ヨーイングによる位置誤差を除去でき、機械的支持部を省いて装置を小型化できるXYステージを実現することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は次のとおりの構成になったXYステージである。

【0012】（1）対象物の2次元位置を位置決めするXYステージにおいて、X軸方向及びY軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成された格子ブラテンと、前記対象物が載せられたスライダ部と、このスライダ部を前記格子ブラテン上に浮揚させる浮揚手段と、前記スライダ部をY軸方向に移動させるY軸モータと、スライダ部の中心に対して対称な位置にそれぞれ搭載され、スライダ部をX軸方向に移動させる第1及び第2のX軸モータと、スライダ部のY軸方向の位置をフィードバック制御するY軸制御部と、スライダ部のX軸方向の位置をフィードバック制御する第1及び第2のX軸制御部と、を具備し、前記第1及び第2のX軸制御部に同一の指令位置を与えることを特徴とするXYステージ。

（2）対象物の2次元位置を位置決めするXYステージ

において、X軸方向及びY軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成された格子ブラテンと、前記対象物が載せられたスライダ部と、このスライダ部を前記格子ブラテン上に浮揚させる浮揚手段と、前記スライダ部に搭載され、Y軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成され、この歯と格子ブラテンの歯との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をY軸方向に移動させるY軸モータと、スライダ部の中心に対して対称な位置にそれぞれ搭載され、X軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成され、この歯と格子ブラテンの歯との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をX軸方向に移動させる第1及び第2のX軸モータと、前記Y軸モータに搭載され、スライダ部のY軸方向の位置を検出するY軸センサと、前記第1及び第2のX軸モータにそれぞれ搭載され、スライダ部のX軸方向の位置をそれぞれ検出する第1及び第2のX軸センサと、前記Y軸センサの検出位置をもとにスライダ部のY軸方向の位置をフィードバック制御するY軸制御部と、前記第1及び第2のX軸センサの検出位置をもとにスライダ部のX軸方向の位置をそれぞれフィードバック制御する第1及び第2のX軸制御部と、を具備したことを特徴とするXYステージ。

【0013】(3) 格子ブラテンの側面に装着され、X軸方向に鏡面が形成されたY軸ミラーと、格子ブラテンの側面に装着され、Y軸方向に鏡面が形成されたX軸ミラーとを具備し、前記Y軸センサは、前記Y軸ミラーに光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部のY軸方向の位置を検出するY軸干渉計であり、前記第1及び第2のX軸センサは、前記X軸ミラーに光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部のX軸方向の位置を検出する第1及び第2のX軸干渉計であることを特徴とする(2)記載のXYステージ。

【0014】(4) 前記第1及び第2のX軸制御部にそれぞれ設けられ、スライダ部の位置とスライダ部のヨーイングを除去するための補正量に対応させた補正テーブルを保持し、与えられた指令位置をもとに前記補正テーブルから補正量を読み出し、読み出した補正量で前記第1及び第2のX軸制御部に与える指令位置を補正する第1及び第2の補正手段を具備したことを特徴とする(3)記載のXYステージ。

【0015】(5) 前記Y軸制御部、第1及び第2のX軸制御部は、モータの位置フィードバック制御、速度フィードバック制御及び転流制御を行うことを特徴とする(2)記載のXYステージ。

【0016】(6) 前記第1及び第2のX軸制御部に与える指令位置に対して、一方の指令位置に所定値を加算し、他方の指令位置に所定値を減算することによってスライダ部の回転位置を制御する回転制御部を有することを特徴とする(2)記載のXYステージ。

【0017】(7) 第1及び第2のX軸センサはそれぞれ

れの検出位置の差をもとにスライダ部の回転角度を検出することを特徴とする(2)記載のXYステージ。

【0018】

【発明の実施の形態】以下図面を用いて本発明を詳しく説明する。図1は本発明の一実施例を示す構成図である。図1で前出の図と同一のものは同一符号を付ける。

【0019】図1で、格子ブラテン30はX軸方向及びY軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成されている。図では簡略化のため一部の歯だけを示している。このような格子ブラテン30は、平坦面に格子状に溝を切ることによって形成される。格子ブラテン30は磁性体で構成されている。スライダ部31には位置決めの対象物が載せられる。

【0020】浮揚手段32は、スライダ部31を格子ブラテン30上に浮揚させる。スライダ部31の格子ブラテン30と対向する面にはノズルが設けられていて、このノズルから浮揚手段32が圧縮空気を噴出させることによって、浮上力を得ている。スライダ部31と格子ブラテン30の間をノズルから噴出した空気が流れることによって、エアベアリングを構成している。スライダ部31と格子ブラテン30とのギャップは数十μm程度である。

【0021】Y軸モータ33は、スライダ部31に搭載され、コア331の格子ブラテン30と対向する面にはY軸方向に一定ピッチで歯332が形成されている。Y軸モータ33は、歯332と格子ブラテン30の歯301との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をY軸方向に移動させる。コイル333はコア331に巻かれている。

【0022】X軸モータ34、35は、スライダ部31の中心に対して対称な位置にそれぞれ搭載されている。X軸モータ34、35は、コア341、351の格子ブラテン30と対向する面にはX軸方向に一定ピッチで歯342、352が形成されている。X軸モータ34、35は、歯342、352と歯301との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をX軸方向に移動させる。コイル343、353はコア341、351に巻かれている。

【0023】連結部材311、312はY軸モータ33とX軸モータ34、35を連結する。

【0024】X軸ミラー36は、格子ブラテン30の側面に装着され、Y軸方向に鏡面が形成されている。Y軸ミラー37は、格子ブラテン30の側面に装着され、X軸方向に鏡面が形成されている。

【0025】Y軸センサ38は、Y軸モータ33に搭載されていて、スライダ部31のY軸方向の位置を検出する。Y軸センサ38は、Y軸ミラー37に光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部31のY軸方向の位置を検出する干渉計である。

【0026】X軸センサ39及び40は、X軸モータ3

4及び35にそれぞれ搭載されていて、スライダ部31のX軸方向の位置をそれぞれ検出する。X軸センサ39及び40は、X軸ミラー36に光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部31のY軸方向の位置を検出する干渉計である。

【0027】Y軸制御部41は、Y軸センサ38の検出位置をもとにスライダ部31の位置をフィードバック制御する。X軸制御部42及び43は、X軸センサ39及び40の検出位置をもとにスライダ部31の位置をそれぞれフィードバック制御する。

【0028】補正手段44及び45は、X軸制御部42及び43についてそれぞれ設けられ、スライダ部の位置とスライダ部のヨーイングを除去するための補正量に対応させた補正テーブル46及び47を保持している。補正手段44及び45は、与えられた指令位置をもとに補正テーブル46及び47から補正量を読み出し、読み出した補正量でX軸制御部42及び43に与える指令位置を補正する。補正テーブル46及び47のデータはキャリブレーションによって得たデータである。補正手段44及び45は、X軸ミラー36とY軸ミラー37の機械的誤差による曲がりを補正するために設けられている。X軸ミラー36とY軸ミラー37の曲がり位置検出に影響しない程度の曲がりであれば、補正手段44と45は設けなくてもよい。

【0029】図2はスライダ部31の格子ブラテン30と対向する面の構成図である。図3は図2のA-A'部分の断面図である。これらの図ではX軸モータ34の例を示している。他のモータも同様な構成になっている。溝344は対向面に形成されている。ノズル345は溝344の中に形成されていて、浮揚手段32から供給された圧縮空気を噴出する。埋込部材346は歯342の凹部に埋め込まれている。埋込部材346は非磁性体の材料で構成されている。対向面にコーティングを施すことによって、歯342の凹部に埋込部材346を形成することができる。

【0030】ノズル345から噴出した圧縮空気が溝344に沿って流れ、圧縮空気の圧力によりコア341を浮揚させる。埋込部材346は歯342の凹部を伝わって圧縮空気が外に漏れることを防いでいる。

【0031】図4は図1の制御部の構成例を示した図である。図4ではX軸制御部42の例を示しているが、X軸制御部43とY軸制御部41も同様な構成になっている。図4で、フォトダイオードアレイ(PDAとする)420は、X軸センサ39にできた干渉縞の明暗を検出する。信号処理回路421はPDA420の検出信号に演算処理を行う。コンパレータ422、423は信号処理回路421の演算信号からA相パルスとB相パルスを生成する。

【0032】方向判別回路424は、A相パルスとB相パルスの位相関係からスライダ部31の移動方向を判別

し、判別結果に応じてアップパルスまたはダウンパルスを発生する。アップダウンカウンタ425はアップパルスまたはダウンパルスに応じてアップカウントまたはダウンカウントを行う。アップダウンカウンタ425のカウントがスライダ部31の検出位置になる。初期状態ではX軸モータ34の各相コイルに既知電流を流したときにモータのロータとステータの歯の位相がどれだけずれるかが予め分っている。この時のアップダウンカウンタ425の値を基準値、例えば0に設定する。スライダ部31の移動に伴ってアップダウンカウンタ425は基準値からアップカウントまたはダウンカウントを行って位置を検出する。このようにしてインクリメンタル方式に位置検出をする。

【0033】減算器426は、位置指令値 X_0 とアップダウンカウンタ425のカウント X_1 (検出位置)の偏差を求める。位置制御手段427は減算器426でとった偏差をもとにX軸モータ34を位置フィードバック制御するための制御信号を出力する。速度演算手段428はアップダウンカウンタ425のカウント X_1 の変化速度からスライダ部31の移動速度を検出する。速度演算手段428は、例えばF/V変換器である。

【0034】減算器429は位置制御手段427の制御信号と速度演算手段428の偏差をとる。速度制御手段430は減算器429でとった偏差をもとにX軸モータ34を速度フィードバック制御するための制御信号を出力する。

【0035】sinテーブル431にはアップダウンカウンタ425のカウントとsin値が対応して格納されている。X軸モータ34が3相モータである場合は、アップダウンカウンタ425のカウントが与えられると、sinテーブル431からは $\sin(\theta + 120^\circ)$ と $\sin(\theta - 120^\circ)$ の値が読み出される。 θ はアップダウンカウンタ425のカウントに応じて変わる角度である。

【0036】マルチプライング・デジタル・アナログ変換器(MDAとする)432、433は、速度制御部430によって得られた信号をアナログ入力信号、sinテーブル431から読み出した $\sin(\theta + 120^\circ)$ と $\sin(\theta - 120^\circ)$ の値をゲイン設定信号として $I \sin(\theta + 120^\circ)$ と $I \sin(\theta - 120^\circ)$ となる電流指令値(Iは電流振幅)を出力する。ここで、2つの指令値の位相が 120° ずれているのは、モータが3相モータであるためである。相数が異なる場合は位相ずれは他の値になる。

【0037】電流センサ434、435はX軸モータ34のコイルL1、L2に流れるコイルの電流を検出する。減算器436及び437は、 $I \sin(\theta + 120^\circ)$ 及び $I \sin(\theta - 120^\circ)$ と電流センサ434及び435の偏差をそれぞれとる。パルス幅変調回路(PWM回路とする)438及び439は電流センサ4

34及び435でとった偏差をもとにモータコイルの励磁電流をフィードバック制御するためのパルス幅変調信号(PWM信号とする)を生成して出力する。減算器440はPWM回路438と439のPWM信号を減算する。PWM回路441は減算器440の減算信号からPWM信号を生成する。駆動回路442は、ブリッジ形のインバータ回路であり、PWM回路438、439、441の3相のPWM信号をもとにX軸モータ34を駆動する。

【0038】図4の回路で、電源投入時に、X軸モータ34の各コイルに既知の電流を流し、モータのロータの歯とステータの歯を既知の位相関係に設定する。このようにして設定した位相関係を転流角の原点とする。このときのアップダウンカウンタ425のカウントを基準値、例えば0にする。以後、スライダ部31の移動に伴ってX軸センサ39の検出値が変わり、アップダウンカウンタ425のカウントが変化するのに応じて電流指令値 $I \sin(\theta + 120^\circ)$ 及び $I \sin(\theta - 120^\circ)$ の θ の値を変え、転流制御を行う。

【0039】図5は図1のセンサの構成例を示した図である。図1のY軸センサ38、X軸センサ39、40は同様な構成になっている。X軸センサ39を例に説明する。図5で、レーザ光源391はレーザ光を出射する。レーザ光源391の出射光の光路には、ミラー392、393、ハーフミラー394、偏向ビームスプリッタ(PBSとする)395、 $\lambda/4$ 板396、コーナーキューブ397が配置されている。

【0040】レーザ光源391から出た光には、ハーフミラー394、ミラー393、ミラー392、ハーフミラー394の経路で進み、図のa方向に進む光がある。この光を①の光とする。また、レーザ光源391から出た光には、ハーフミラー394、PBS395、 $\lambda/4$ 板396、X軸ミラー36、 $\lambda/4$ 板396、PBS395、コーナーキューブ397、 $\lambda/4$ 板396、X軸ミラー36、 $\lambda/4$ 板396、PBS395、ハーフミラー394の経路で進み、図のa方向に進む光がある。この光を②の光とする。

【0041】前述した①の光と②の光が干渉して干渉縞Sを作る。PDA398は干渉縞Sを検出する。PDA398は4個のフォトダイオード398A～398Dからなる。4個のフォトダイオード398A～398Dは干渉縞Sの1ピッチ内に配置されている。各フォトダイオード398A～398Dは $P/4$ (Pは干渉縞のピッチ)ずつずらして配置されている。

【0042】減算器399は、(フォトダイオード398Aの検出信号) - (フォトダイオード398Cの検出信号)なる演算を行う。減算器400は、(フォトダイオード398Bの検出信号) - (フォトダイオード398Dの検出信号)なる演算を行う。減算器399と400で図1の信号処理回路421を構成している。

【0043】スライダ部31が移動すると干渉縞が図3のd-d'方向に動く。干渉縞が動くとき各フォトダイオード398A～398Dに当る干渉縞の明暗部分が動き、フォトダイオード398A～398Dの検出値が変化する。これをもとにスライダ部31の位置を検出する。

【0044】干渉縞がd方向に移動したときは、フォトダイオードの出力 $V_A \sim V_D$ は次のとおりになる。

$$V_A = K [1 + m \sin \{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

$$V_B = K [1 + m \cos \{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

$$V_C = K [1 - m \sin \{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

$$V_D = K [1 - m \cos \{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

x: 検出対象の距離、K、m: 係数、 K_n : ノイズ成分

【0045】減算器399と400の減算信号は次のとおりになる。

$$V_A - V_C = 2mK \sin \{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}$$

$$V_B - V_D = 2mK \cos \{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}$$

減算の結果、外乱光により発生した直流のノイズ成分 K_n がキャンセルされる。信号 $V_A - V_C$ と $V_B - V_D$ が前述したA相パルスとB相パルスに変換される。干渉縞がd'方向に動いたときは、信号 $V_A - V_C$ と $V_B - V_D$ の位相関係は逆転する。

【0046】図1のXYステージの動作を説明する。電源投入時に、X軸モータ34の各コイルに既知の電流を流し、スライダ部31を基準位置に位置決めする。基準位置からX軸方向及びY軸方向にスライダ部31が移動したときに、X軸センサ39、40及びY軸センサ38により2次元位置をインクリメンタル方式に検出する。

【0047】X軸ミラー36とY軸ミラー37の曲がり位置検出に影響しないときは、補正手段44と45は設けられていない。このときは、X軸制御部42と43には同一の指令位置が与えられる。このため、X軸制御部42と43のフィードバック制御によりX軸モータ34と35はスライダ部31を等しいX軸位置に位置決めする。これによって、スライダ部31のヨーイングが除去される。

【0048】X軸ミラー36とY軸ミラー37の曲がり位置検出に影響する場合について説明する。このときは、補正手段44と45は設けられている。位置決め動作を行う前にXYステージのキャリブレーションを行っておく。キャリブレーションにおいてスライダ部31を座標 (X_1, Y_1) に位置決めしたときに、XYステージの機械的誤差等が原因でスライダ部31にヨーイングが発生し、X軸センサ39と40の検出値がそれぞれ $X_1 + \Delta X_1$ と $X_2 - \Delta X_2$ であるとする。このときは、補正テーブル46には (X_1, Y_1) と $-\Delta X_1$ を対応させて

格納し、補正テーブル47には (X_1, Y_1) と $+\Delta X_1$ を対応させて格納しておく。他の位置にもスライダ部31を位置決めして補正量を求める。このようにして補正テーブルを作成する。

【0049】実際の位置決め動作において、スライダ部31を座標 (X_1, Y_1) に位置決めしたときに、補正手段44はX軸制御部42に与える指令位置を $-\Delta X$ だけ補正し、補正手段45はX軸制御部43に与える指令位置を $+\Delta X$ だけ補正する。これによって、スライダ部31のヨーイングが除去される。このようにしてミラー面の曲がりによるスライダ部31の θ 軸方向の回転ずれが補正される。

【0050】なお、X軸制御部に与える指令位置に対して、一方の指令位置に所定値を加算し、他方の指令位置に所定値を減算することによってスライダ部の回転位置を制御する回転制御部を設けた構成にしてもよい。

【0051】また、2つのX軸センサはそれぞれの検出位置の差をもとにスライダ部の回転角度を検出してもよい。

【0052】また、ミラーをスライダ部に搭載し、X軸センサとY軸センサを位置固定した構成にしてもよい。

【0053】

【発明の効果】本発明によれば次の効果が得られる。

【0054】請求項1及び請求項2の発明によれば、X軸方向、Y軸方向及び θ 軸方向の3軸制御を行っているため、スライダ部のヨーイングを補正し、高精度な位置決めを実現できる。また、圧縮空気を用いてスライダ部を支持しているため、機械的支持部が不要になり、装置を小型化できる。

【0055】請求項3の発明によれば、位置センサとして干渉計を用いているため、機構部分を少なくし、装置を小型化できる。

【0056】請求項4の発明によれば、X軸ミラーとY

軸ミラーの曲がりによる影響を除去して高精度な位置決めを実現できる。

【0057】請求項5の発明によれば、位置フィードバック制御、速度フィードバック制御及び転流制御を併用しているため、高度な制御を実現できる。

【0058】請求項6及び7の発明によれば、X軸方向、Y軸方向の位置決めだけでなく θ 軸方向（回転方向）にも位置決めをすることができる。

【0059】以上説明したように本発明によれば、ヨーイングによる位置誤差を除去でき、機械的支持部を省いて装置を小型化できるXYステージを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す構成図である。

【図2】本発明の要部構成図である。

【図3】本発明の要部構成図である。

【図4】本発明の要部構成図である。

【図5】本発明の要部構成図である。

【図6】XYステージの従来例の構成図である。

【図7】XYステージの従来例の構成図である。

【符号の説明】

- 30 格子ブラテン
- 31 スライダ部
- 32 浮揚手段
- 33 Y軸モータ
- 34, 35 X軸モータ
- 36 X軸ミラー
- 37 Y軸ミラー
- 38 Y軸センサ
- 39, 40 X軸センサ
- 41 Y軸制御部
- 42, 43 X軸制御部
- 44, 45 補正手段